

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ГВУЗ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к выполнению *практических работ* по курсу  
«СИСТЕМЫ ГЕОТЕХНОЛОГИЙ»  
(для студентов дневной и заочной форм обучения)

Днепропетровск 2012

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1  
БУРОВИЙ ІНСТРУМЕНТ  
ДЛЯ ОБЕРТАЛЬНОГО БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН

Мета: отримати навички вибору бурового інструменту для конкретних умов.

**Загальні відомості**

Інструмент, що використовують при бурінні свердловин називають буровим. Він поділяється на технологічний, допоміжний, аварійний і спеціальний.

До технологічного відносять інструмент, за допомогою якого безпосередньо відбувається поглиблення свердловини.

До допоміжного відносять інструмент для підвищення ефективності буріння шляхом гасіння вібрацій і ударів (демпфери, амортизатори, віброгасники), а також для проведення спускно-підіймальних операцій (ключі, елеватори, труботримачі, а також самі обсадні колони).

До аварійного відносять інструмент для запобігання (шламоуловлювачі, протиприхоплювальні перехідники та ін.) і ліквідації аварій (ловильний інструмент, фрезери та ін.).

До спеціального відносять інструмент для проведення спеціальних робіт в свердловинах, наприклад: при штучному викривленні стовбура свердловини, при виконанні тампонування та т. ін.

**Породоруйнуючий інструмент**

Породоруйнуючий інструмент – частина бурового снаряда призначена для безпосереднього руйнування гірської породи в процесі буріння свердловин.

Породоруйнуючий інструмент для обертального буріння свердловин можна поділити на дві великі групи: інструмент для буріння свердловин із відбором керна – коронки; та інструмент для буріння без відбору керна – долота.

Коронки у свою чергу підрозділяються на алмазні і твердосплавні.

Долота підрозділяються на пікобури, лопатеві, алмазні і шарошкові.

Схема класифікації породоруйнуючого інструмента приведена на рис. 1.

**Алмазні коронки**

Алмазна коронка складається з матриці, що містить алмази, і сталевого корпусу з різьбою. Матриця являє собою металокерамічне кільце, у якому розміщені різальні елементи – алмази. Для проходження через коронку промивальної рідини, із метою охолодження і виносу часток породи, у матриці є промивальні канали, що розділяють її на більш дрібні елементи – сектори.

Алмази в коронці розташовуються у визначеному порядку (схемі). Розрізняють об'ємні (торцеві) алмази, що виконують основну роботу при бурінні – руйнування породи по кільцевому вибою, і підрізні (бічні) алмази, що калібрують свердловину й kern, що утворюється при бурінні.

Випускають коронки з розташуванням об'ємних алмазів у поверхневому шарі (одношарові) та імпрегновані, матриця яких виготовлена із ретельно змішаного порошкоподібного матеріалу з подрібненими алмазами.

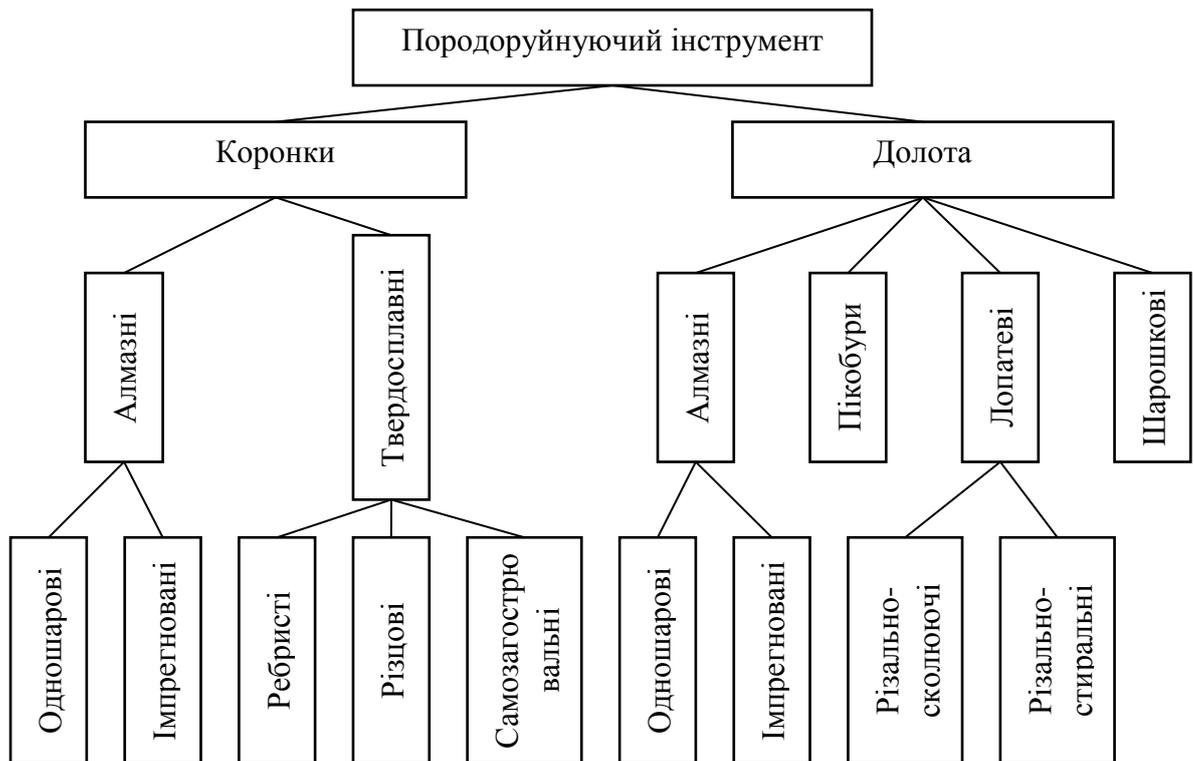


Рис. 1. Схема класифікації породоруйнуючого інструмента

Алмазні коронки випускають таких діаметрів: 26, 36, 46, 59, 76, 93 і 112 мм.

Для армування породоруйнуючого інструменту, застосовують природні і синтетичні алмази. Для виготовлення одношарових алмазних коронок у якості об'ємних алмазів використовуються алмази крупністю від 10 до 90 шт/карат, підрізні – від 5 до 60 шт/карат.

Одношарові алмазні коронки застосовуються для буріння порід V-IX категорій з буримості.

Імпрегновані коронки армуються об'ємними алмазами крупністю від 120 до 600 шт/карат та дещо меншими підрізними алмазами крупністю 20-40 шт/карат. Застосовуються для буріння порід IX-XII категорій з буримості.

Маркуються вони наступним чином. Перші дві цифри від 01 до 99 означають порядковий номер конструкції коронки. Далі велика літера російського алфавіту вказує тип коронки: А – одношарова або И – імпрегнована. Далі арабською цифрою вказують твердість матриці в умовних одиницях по Роквеллу HRC: 3 – нормальна 20-25, 4 – тверда 30-35. 5 – дуже тверда 50-60. Через дефіс вказують діаметр коронки, наприклад 01А3-59, 02И4-112.

### Твердосплавні коронки

Твердосплавні коронки призначені для колонкового буріння свердловин у породах м'яких і середньої твердості I-VIII і частково IX категорії з буримості. Конструктивно коронки являють собою тонкостінний циліндр з різьом для з'єднання з трубою для приймання керну на одному кінці і твердому сплаву у вигляді окремих пластин на іншому.

Для армування коронок застосовують твердий вольфрамо-кобальтовий сплав. Твердосплавні пластини, що виконують роль різальних елементів, мають різноманітне призначення. Пластини, що встановлюються на внутрішній і зовнішній стінках корпуса коронки, називають підрізними. Усі пластини, що розташовуються між ними, називають основними.

Твердосплавні коронки випускають таких діаметрів: 36, 46, 59, 76, 93, 112, 132 і 151 мм.

Сучасні конструкції твердосплавних коронок подані 15 типами. Відповідно до призначення вони підрозділяються на 3 групи:

- ребристі коронки для буріння м'яких порід I-IV категорій: M1, M2, M5; M6;
- різцеві коронки для буріння малоабразивних порід середньої твердості IV-VII категорії монолітних (СМ) і тріщинуватих (СТ): СМ3, СМ4, СМ5, СМ6, СТ2;
- самозагострювальні коронки для буріння абразивних порід середньої твердості VI-VIII і частково IX категорій з буріння: СА1; СА2; СА3; СА4; СА5; СА6.

### **Лопатеві долота**

При бурінні свердловин застосовують лопатеві долота різально-сколюючого і різально-стирального типів. До першого різновиду належать дво- (2Л) і трилопатеві (3Л) долота, а до другого трилопатеві (ЗИР) і шестилопатеві (6ИР), а також долота Інституту надтвердих матеріалів (м. Київ) "ИСМ", які армовані вставками з надтвердого матеріалу "Славутич".

Долота 2Л і 3Л застосовують для буріння в неабразивних м'яких пластичних породах і для буріння в неабразивних м'яких породах з прошарками порід середньої твердості. Випускаються діаметрами 76, 93, 97, 112, 118, 132, 140, 145, 151, 161, 190, 213, 243, 269, 295, 320, 346, 370, 394 і 445 мм. Передні і бічні грані лопатей армуються металокерамічними пластинами.

Долота типу ИР додатково армовані зубцями твердого сплаву ВК-8. Застосовуються в породах м'яких і середньої твердості з прошарками абразивних. Діаметри доліт від 139,7 до 269,9 мм.

Випускаються лопатеві долота для буріння зі звичайним і з гідромоніторним промиванням, які мають змінні гідромоніторні насадки. До шифру таких доліт входить літера "Г", наприклад 2ЛГ, ЗИРГ.

### **Пікобури**

Для буріння порід III-V категорій широке застосування одержали пікобури В.П.Новикова і П.М.Воронова. Лопаті пікобурів армовані різцями твердого сплаву типу ВК-8. Пікобури випускаються діаметрами: 97, 112, 118, 132, 135, 140, 151, 161, 190, 214, 243, 269, 295, 320, 346, 370, 394 і 445 мм.

### **Алмазні долота**

Аналогічно алмазним коронкам долота армуються природними або синтетичними алмазами, по способу армування вони можуть бути одношарові або імпрегновані. По конструктивним особливостям виділяють наступні різновиди: ДР, ДК, ДЛ, ДВ, ДУ та ДІ. Літера Д у всіх буквосполученнях означає вид – алмазні долота. Якщо долота армовані синтетичними алмазами в маркуванні входить літера "С".

### **Шарошкові долота**

Шарошкові долота складаються з лап, на цапфах яких розташовані шарошки з озброєнням (зубцями). У середині шарошок розташовані підшипники. Цапфа і підшипник утворюють опору долота. Озброєння – сталеві зубці, твердосплавні вставки або їх комбінація. Долота випускаються таких номінальних діаметрів за Галузевою нормаллю 1968 року: 97, 112, 118, 132, 140, 145, 151, 190, 214, 243, 269, 295, 320, 346, 394, 445 і 490 мм.

За Держстандартом 1975 року долота мають такі діаметри: 46,0; 59,0; 76,0; 93,0; 98,4; 108,0; 112,0; 120,5; 132,0; 137,7; 142,9; 146,0; 149,2; 151,0; 158,7; 165,1; 171,4; 187,3; 190,5; 196,9; 200,0; 212,7; 215,9; 222,3; 228,6; 244,5; 250,8; 269,9; 295,3; 311,1; 320,0; 349,2; 374,6; 381,0; 393,7; 444,5; 469,9; 490,0 і 508,0 мм.

Виготовляються долота одно-, дво-, три-, чотири- і шестишарошкові.

Стандартом передбачено 13 типів системи озброєння доліт у залежності від типу гірських порід: М, М3, МС, МС3, С, С3, СТ, Т, Т3, ТК, ТК3, К і ОК.

Долота мають таку сферу застосування: М – для м'яких порід типу глини, крейди, гіпсу, I-III категорії з буримості; МС – для м'яких з прошарками середніх за твердістю порід; С – для середніх порід типу піщаників, щільних глин, мергелів IV-V категорій з буримості; СТ – для середніх з прошарками твердих порід; Т – для твердих порід типу доломітів, доломітизованих вапняків, базальтів VI-VII категорії з буримості; ТК – для твердих і міцних порід; К – для особливо міцних порід типу гранітів, окремених вапняків, кварцитів VIII-X категорій з буримості; ОК – для дуже міцних порід XI-XII категорій з буримості.

Індекс 3 означає, що шарошки армовані зубками (вставками) твердого сплаву і призначені для буріння абразивних порід.

За розміщенням і конструкцією промивальних каналів шарошкові долота поділяються на: з центральним промиванням (Ц); з боковим гідромоніторним промиванням (Г); з центральним продуванням (П); з боковим продуванням (ПГ).

Найбільше розповсюдження одержали такі типи опор: В – усі підшипники кочення (долото для високообертового буріння); Н – один підшипник ковзання, а решта кочення (долото для низькообертового буріння); А – два і більше підшипників ковзання, один – кочення. Долота з ущільнюючими кільцями і резервуаром для мастила у своєму шифрі мають літеру "У".

При маркуванні шарошкових доліт перша латинська цифра вказує на кількість шарошок у долоті (I, II, III). Далі арабськими цифрами вказують діаметр долота (190,5; 244,5). Наступні літери вказують у яких породах застосовують долото (їх може бути одна, дві або три, наприклад, М, СТ, ТКЗ). Далі через дефіс описують конструкції системи промивальних каналів (Ц, Г, П або ПГ). Остання літера або дві характеризують опору (В; НУ; А).

### Колонкові набори

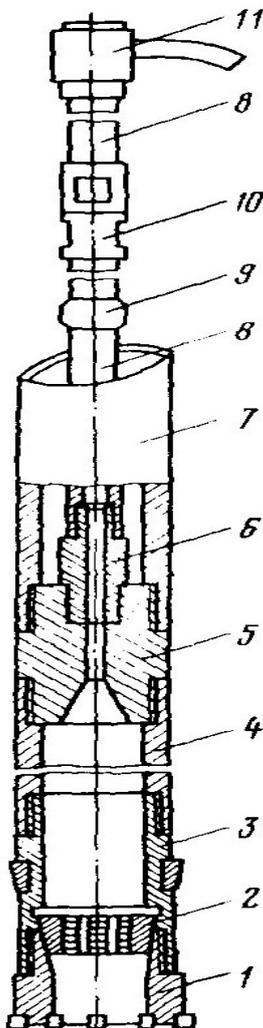


Рис. 2. Буровий снаряд:

колонковий набір:

1 – коронка, 2 – керновідривач, 3 – розширювач,  
4 – колонкова труба, 5 – перехідник, 7 – шламозна труба;

інші елементи бурового снаряду:

6 – ніпель, 8 – бурильна труба, 9 – муфта, 10 – замок,  
11 – сальник-вертлюг

Колонковий набір – це частина бурового снаряда, яка призначена для руйнування гірської породи, приймання і утримання керну.

У склад колонкового набору зазвичай входять: коронка, керновідривач, колонкова труба і перехідник.

При алмазному бурінні до складу колонкового набору може бути включений розширювач, для запобігання звужуванню стовбура свердловини при зносі коронки по діаметру.

Якщо при бурінні свердловини утворюється велика кількість шламу, то до колонкового набору включають шламозна труба.

Іноді буріння ведеться без керновідривача. У таких випадках відрив керну від масиву гірської породи здійснюється за допомогою матеріалів для заклинювання (фарфор, дріб, дріт та ін.) або "затиранням у суху".

Керновідривач – це частина колонкового набору, призначена для відривання керна від масиву гірської породи й утримання його в колонковій трубі при підйомі бурового снаряда. Керновідривач

складається з циліндричного корпусу з внутрішньою конічною розточкою, що розширюється уверху, у якій поміщається конічне пружинне кільце з виступами, що розрізане по утворюючій.

Колонкові труби – частина колонкового набору, призначена для приймання і зберігання керна. На обох кінцях колонкової труби нарізана внутрішня трапецеїдальна різьба. Колонкові труби виготовляються довжиною 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 м. У довгий колонковий набір колонкові труби збираються за допомогою ніпелів. Колонкові труби випускаються з таким зовнішнім діаметром: 25; 34; 44; 57; 73; 89; 108; 127 і 146 мм.

Перехідники служать для з'єднання окремих елементів бурового снаряда, що відрізняються за діаметром або різьбою. Виготовляються перехідники 9-ти типів, що включають 60 типорозмірів.

Шламові труби служать для збирання під час буріння значних по розміру і важких часток шламу. Шламова труба на одному кінці має ліву різьбу, за допомогою якої вона через перехідник включається в колонковий набір. Довжина шламової труби розраховується так, щоб ємність її була дещо більше об'єму важкого шламу, одержуваного за рейс.

### **Бурильна колона**

Колона бурильних труб служить для з'єднання породоруйнуючого інструменту, який працює на вибої, із буровою установкою, що змонтована на поверхні і виконує такі основні функції:

- передає від бурової установки і створює за рахунок своєї маси осьове навантаження на породоруйнуючий інструмент;
- передає крутний момент на породоруйнуючий інструмент;
- служить каналом для подачі промивальної рідини на вибій свердловини.

Бурильна колона повинна швидко роз'єднуватись на окремі ланки – свічі при виконанні спуску і підйому породоруйнуючого інструмента. Основний вид з'єднання бурильних труб – різьбовий. За видом з'єднання розрізняють муфто-замкові труби та ніпельні.

Муфто-замкове з'єднання має більший внутрішній перетин, більшу міцність, дозволяє швидко згвинчувати і розгвинчувати свічі, забезпечує герметичність. Їх застосовують при твердосплавному бурінні, а також при алмазному бурінні діаметрами 93 мм і більше. Труби в свічі згвинчуються трубними муфтами, свічі між собою згвинчуються замками. Замок складається з двох частин – ніпеля замка і муфти замка. Стальні бурильні труби для колонкового буріння муфто-замкового з'єднання випускають таких діаметрів: 42; 50; 63,5; 73 мм.

Ніпельне з'єднання надає колоні гладкостовбурність за зовнішнім діаметру, що дозволяє знизити вібрації шляхом приближення діаметра труб до діаметра свердловини. Використовують їх при високооборотовому алмазному бурінні. Існує два типи ніпельного з'єднання. При першому труби в свічі згвинчуються однопрорізними ніпелями типу А, свічі між собою згвинчуються двопрорізними ніпелями типу Б (на верхньому кінці свічі) і однопрорізними ніпелями типу А (на нижньому кінці свічі). При другому труби в свічі згвинчуються однопрорізними ніпелями типу В, свічі між собою згвинчуються двопрорізними ніпелями типу Б (на верхньому кінці свічі) і однопрорізними ніпелями типу А (на нижньому кінці свічі). Стальні бурильні труби для колонкового буріння ніпельного з'єднання випускають таких діаметрів: 33,5; 42; 50; 54 і 68 мм.

Для підвищення маси і жорсткості нижньої частини бурильної колони застосовують обважені бурильні труби (ОБТ). Їх застосування дозволяє колоні працювати більш спокійно, зменшити обриви труб та викривлення свердловини. Тому ОБТ включають в склад бурильної колони при бурінні свердловин великого діаметру (76-152 мм) і при необхідності створення осьового навантаження на породоруйнівний інструмент більш ніж 1500 даН, а також в геологічних умовах, що сприяють викривленню стовбура свердловини.

Діаметр ОБТ обирають наступним чином. При бурінні в інтервалах нестійких порід діаметр ОБТ беруть на розмір менше ніж діаметр колонкової труби, для того щоб забезпечити можливість обурювання труб у разі виникнення аварії. В інших випадках приймають діаметр ОБТ таким як і діаметр колонкової труби. При бурінні свердловин діаметрами 76-112 мм застосовують труби геологорозвідувального стандарту діаметрами 73, 89 і 108 мм. Для діаметрів 112-151 мм можна використовувати труби нафтового стандарту діаметрами 104,8; 120 і 146 мм. Вага ОБТ повинна на 25 % перевищувати осьове навантаження на породоруйнуючий інструмент.

При бурінні на великій глибині з метою зниження ваги бурильної колони і зменшення затрат потужності на обертання і підйом бурового снаряда використовують легкосплавні бурильні труби (ЛБТ), які виготовлені з алюмінієвого сплаву Д16Т.

При маркуванні труб перша літера вказує на матеріал виготовлення або масу труб (Л, С або О). Дві наступні вказують що це бурильні труби (БТ). Остання – тип з'єднання (Н або М). Потім вказують зовнішній діаметр труб. Наприклад, СБТМ-50; ОБТ-89; ЛБТН-54.

Діаметр бурильних труб підбирають за співвідношенням

$$d_{\text{бт}} = \varphi \cdot D_{\text{к}},$$

де  $D_{\text{к}}$  – діаметр коронки,  $\varphi$  – раціональна величина співвідношення між діаметром бурильних труб та діаметром свердловини, для бурильних труб ніпельного з'єднання  $\varphi=0,88\div 0,93$  для буріння свердловин з високими частотами обертання, для буріння свердловин з порівняно невеликою частотою обертання  $\varphi=0,83$ , для бурильних труб муфто-замкового з'єднання  $\varphi=0,60$ .

Розрахунковий діаметр уточнюють у відповідності до держстандарту на бурильні труби.

### **Зміст звіту**

1. Класифікація породоруйнуючого інструменту. Області застосування і коротка характеристика основних типів породоруйнуючих інструментів.

2. Ескіз колонкового набору з указівкою призначення і розмірів складових елементів.

3. Бурильна колона. Склад. Призначення. Типи з'єднань. Діаметри. Матеріал виготовлення. Галузь застосування, переваги і недоліки різних видів труб.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2**

### **БУРОВІ УСТАНОВКИ І ВЕРСТАТИ**

Мета: набути практичні навички вибору бурових установок і верстатів.

### **Загальні відомості про бурові установки**

Зазвичай розрізняють поняття "бурова установка", "буровий агрегат", "буровий верстат".

Бурова установка це комплекс механізмів і пристроїв, за допомогою яких виконуються всі роботи зі спорудження свердловини. Вона складається з бурового агрегату, бурової вишки або щогли, бурової будівлі, транспортної бази.

Буровий агрегат складається з бурового верстата, бурового насоса, силового приводу (двигунів), засобів механізації допоміжних процесів, засобів автоматизації і керування процесами буріння свердловин, системи очищення промивальної рідини.

Усі бурові верстати й установки класифікуються в залежності від способу буріння, умов застосування, транспортної бази, системи приводу, системи подачі і підйому бурового інструменту, глибини буріння та ін.

Залежно від способу буріння всі бурові верстати й установки діляться на обертальні, ударні, комбіновані та вібраційні.

Бурові верстати для обертального буріння в залежності від типу обертача діляться на шпindelьні, роторні і з рухливим обертачем. У шпindelьних верстатах ведучу трубу можна за допомогою затискних патронів закріплювати в шпindelі верстата, а її обертання і подача можуть здійснюватися безпосередньо шпindelем. Це дозволяє за допомогою обертача створювати осьове навантаження на породоруйнуючий інструмент. У роторних верстатах ведуча труба й отвір у столі ротора мають спеціальний профіль (квадрат, шестигранник і т. ін.), що забезпечує обертання головної труби. Її переміщення в осьовому напрямку відбувається під власною вагою та за допомогою лебідки. Шпindelьні верстати застосовують переважно при бурінні свердловин на тверді корисні копалини, а роторні – при бурінні на нафту, газ і воду.

Бурові верстати для ударного буріння діляться на ударно-канатні, ударно-штангові та віброударні. В ударно-канатних верстатах буровий снаряд підвішений на сталевому канаті, а в ударно-штангових на колоні бурильних труб. Удари по долоту при віброударному бурінні завдаються вібратором або вібромолотом.

Комбіновані бурові установки дозволяють бурити як обертальним, так і ударним способом.

У залежності від системи механізму подачі бурові верстати бувають із підйомною подачею, із гідравлічною подачею, із подачею бурового снаряду за допомогою ланцюга і каната та з вільною подачею. Найбільш поширена у верстатах для геологорозвідувального буріння гідравлічна подача.

За транспортбельністю бурові установки діляться на стаціонарні, коли буровий агрегат монтується на нерухомому фундаменті; пересувні, що монтуються на салазках, автотракторних причепах на колісному або гусеничному ході; самохідні, змонтовані на автомобілі або тракторі та переносні, що переміщують люди або в'ючні тварини.

За умовами застосування бурові установки діляться для буріння свердловин з поверхні землі; з підземних гірських виробіток та з поверхні води (плавучі бурові установки).

#### **Устрій бурових верстатів**

Загальний устрій бурових верстатів розглянемо на прикладі верстата СКБ-4 (рис. 4). Слід зазначити, що всі верстати серії СКБ мають подібний устрій.

Верстат зібраний із окремих вузлів. Така компоновка зручна при його монтуванні, демонтуванні і транспортуванні. Його основою є рама 10 зварної конструкції, що складається з двох повздовжніх балок, які жорстко пов'язані між собою, і які мають напрямні, по яким пересувається станина верстата 8.

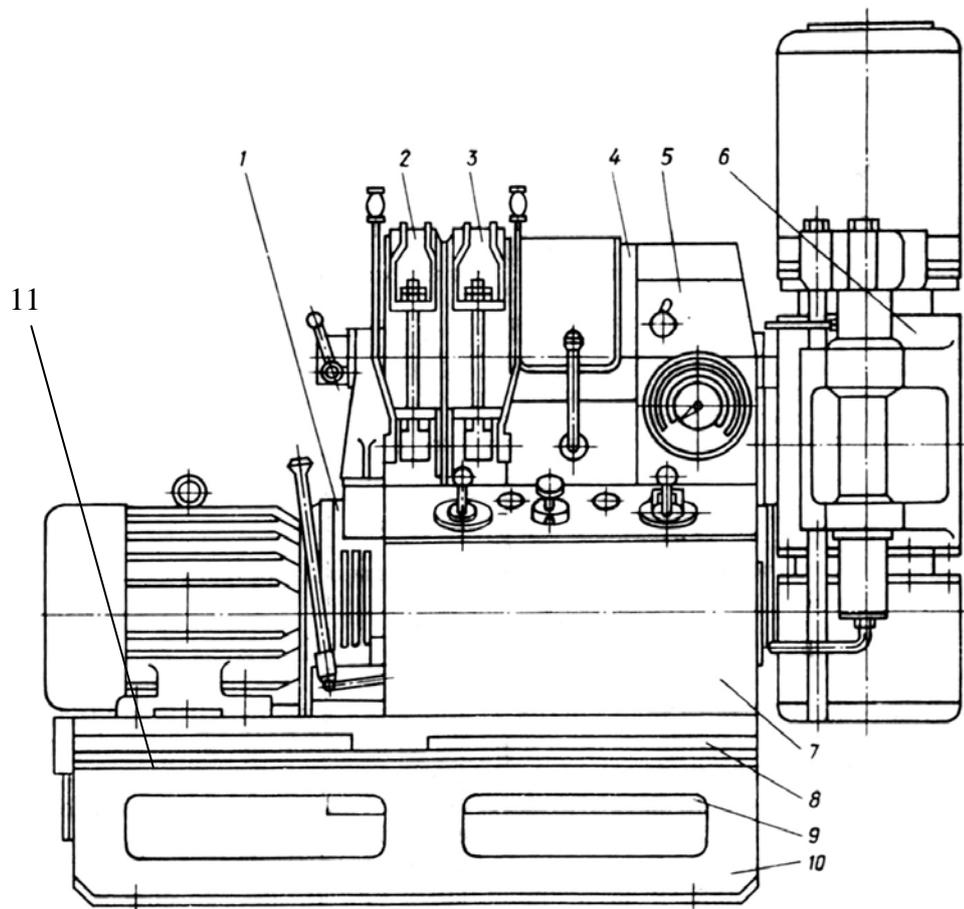


Рис. 4. Буровий верстат СКБ-4:

- 1 – зчіплення; 2 – гальмо підйому; 3 – гальмо спуску; 4 – лебідка; 5 – трансмісія;  
 6 – обертач; 7 – гідросистема верстата з автоперехватом; 8 – станина;  
 9 – циліндр пересування верстата; 10 – рама; 11 – двигун

Зварна станина 8 дозволяє скомпонувати вузли верстата і сприймає силові навантаження від корпусних вузлів, які змонтовані на ній. Циліндр пересування 9, двосторонньої дії, штоком кріпиться до рами 10, а циліндром – до станини 8. Він має гідрозамок, який дозволяє фіксувати станину в будь-якому положенні. Від двигуна через муфту зчіплення 1 обертання передається на лебідку планетарного типу 4 і обертач шпindelного типу 6. Регулювання частоти обертання здійснюється за допомогою трансмісії 5 яка складається з роздавальної коробки і коробки передач. Коробка передач п'ятиступінчаста, з синхронізаторами запозичена з вантажного автомобілю ЗІЛ-130. Спуско-підйомні операції виконуються за допомогою гальма підйому 2 і гальма спуску 3.

Гідросистема верстата 7 конструктивно включає до себе: маслобак, блок гідравлічного управління, маслonaсос з приводом від електродвигуна, ручний насос, змонтований в баці; електрозолотник системи автоперехвату. Вона передбачає виконання наступних операцій: пересування шпindelного обертача угору чи вниз і зупинки його у будь-якому положенні; навантаження на вибій свердловини або розвантаження ваги бурового снаряду; пересування верстата від свердловини або до свердловини з фіксуванням його на рамі; автоматичного переукріплення бурового снаряду гідропатронами в процесі буріння без зупинки обертання.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3 БУРОВІ НАСОСИ

Мета: набути навички вибору бурових насосів.

### **Загальні відомості.**

Буровий насос призначений для подачі промивальної рідини у свердловину.

До бурових насосів ставляться такі вимоги:

- 1) забезпечувати подачу, необхідну для якісного промивання свердловини;
- 2) забезпечувати тиск, необхідний для прокачування промивальної рідини до вибою свердловини;
- 3) забезпечувати сталість подачі промивальної рідини незалежно від зміни тиску в напірній магістралі;
- 4) змінювати подачу рідини в діапазоні, обумовленому параметрами технологічного процесу буріння;
- 5) забезпечувати тривалу роботу при прокачуванні рідин, що містять абразивні частки і хімічно активні реагенти;
- 6) мати спроможність викачувати із ємностей промивальну рідину, рівень якої розташований на 3-5 м нижче насоса;
- 7) бути безпечними в експлуатації, зручними в обслуговуванні і ремонті в польових умовах;
- 8) мати невелику масу на одиницю гідравлічної потужності і габаритні розміри.

Цим вимогам у найбільшій мірі відповідають поршневі і плунжерні насоси. У поршневих насосів діаметр поршня перевищує його довжину (товщину). Плунжерним називається насос, у якого поршень має довжину більше його діаметра.

За способом приведення в дію бурові насоси діляться на приводні, у яких поршень приводиться в рух від двигуна через кривошипно-шатунний; а також насоси прямої дії, поршень яких сполучений загальним штоком із поршнем гідравлічного або пневматичного силового циліндра.

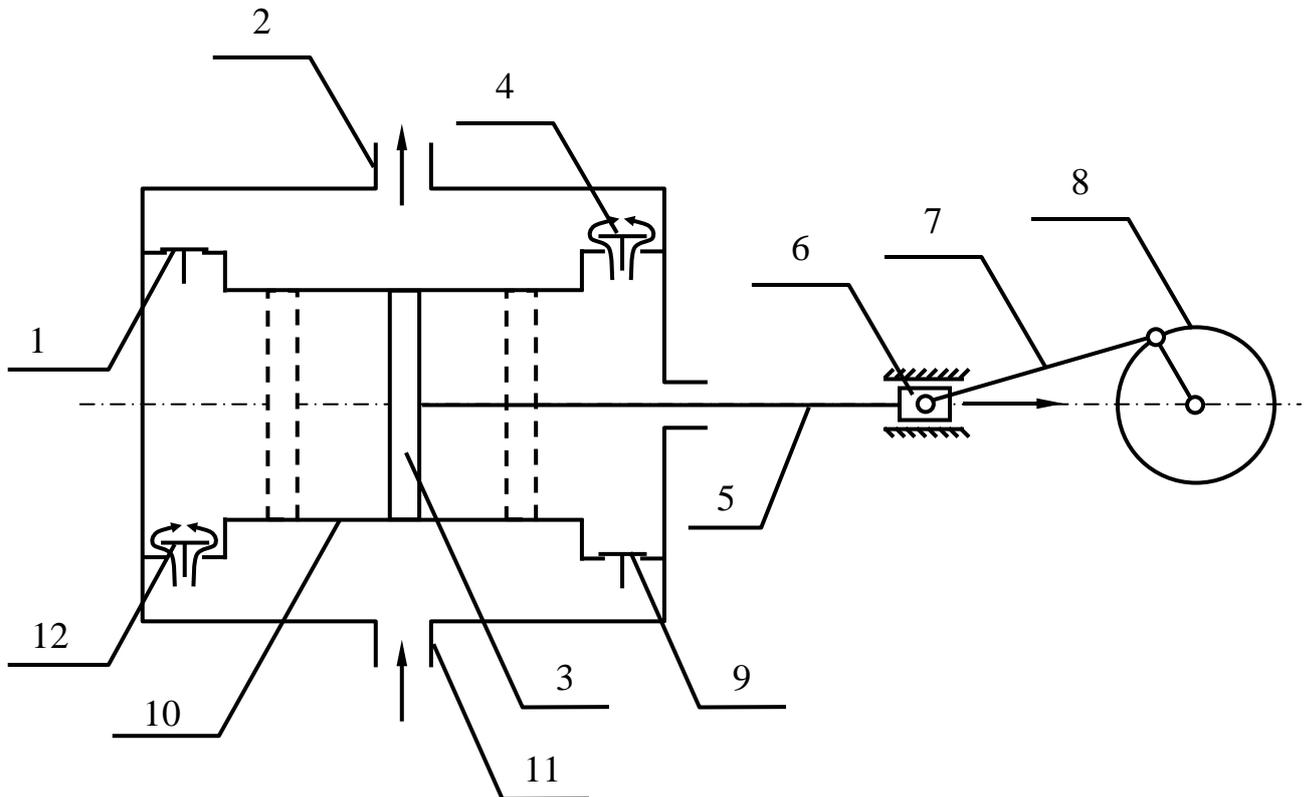
Насоси, у яких за один оборот кривошипного (ексцентрикового) вала рідина всмоктується і подається один раз, називаються насосами одинарної (простої) дії. Насоси, у яких за один оборот кривошипного (ексцентрикового) вала рідина всмоктується і подається двічі, називаються насосами подвійної дії. За кількістю циліндрів і їхній розташування розрізняють бурові насоси одно-, дво- і трициліндрові, із горизонтальним або вертикальним розташуванням циліндрів.

Поршневі і плунжерні насоси складаються з гідравлічної і приводної частин, змонтованих на загальній рамі. Гідравлічна частина насоса призначена для усмоктування промивальної рідини з приймальної ємності і подачі її під тиском у свердловину. Приводна частина (трансмсія) насоса призначена для перетворення обертального руху приводного вала (кривошипного, ексцентрикового) у зворотно-поступальний рух поршнів чи плунжерів.

### **Поршневі насоси**

Принципова схема поршневого насоса подвійної дії приведена на рис. 5.

Обертальний рух зубцюватого колеса 8 за допомогою колінчатого вала перетвориться в зворотно-поступальний рух шатуна 7, крейцкопфа (повзуна) 6, штоку 5 і поршня 3. При прямованні поршня вправо в лівій порожнині циліндра 10 створюється розрядження, у правій – надлишковий тиск. У зв'язку з цим у лівій порожнині циліндра закриється напірний клапан 1, відчиниться усмоктувальний клапан 12 і відбудеться усмоктування рідини через рукав 11, постачений храповиком (фільтром) зі зворотнім клапаном. У правій порожнині циліндра в цей момент відбувається подача рідини в



напірний рукав 2 через відкритий клапан 4 (усмоктувальний клапан 9 закритий). При прямуюванні поршня вліво в правій порожнині циліндра 10 створюється розрядження, у лівій – надлишковий тиск. Внаслідок цього в правій порожнині циліндра відбудеться усмоктування рідини (клапан 9 відчиниться, а клапан 4 закриється), а в лівій – подача через відкритий клапан 1 (клапан 12 закритий). Перевагою поршневих насосів є можливість перекачування промивальних рідин із великим змістом піску, недоліком – неприступність безпосереднього спостереження за ущільненням поршня і великі витрати часу на заміну поршня і сальників.

Рис. 5. Принципова схема поршневого насоса подвійної дії

#### Плунжерні насоси

На рис. 6 подана принципова схема плунжерного насоса. Як і в поршневому насосі, обертальний рух зубцюватого колеса 1 за допомогою ексцентрикового вала перетворюється в зворотно-поступальний рух шатуна 2, крейцкопфа (повзуна) 3, штока 8 і плунжера 4. При прямуюванні плунжера 4 вправо в гідравлічній частині 5 насоса створюється розрядження. Унаслідок цього напірний клапан 6 закриється а усмоктувальний клапан 7 відкриється, і відбудеться усмоктування рідини.

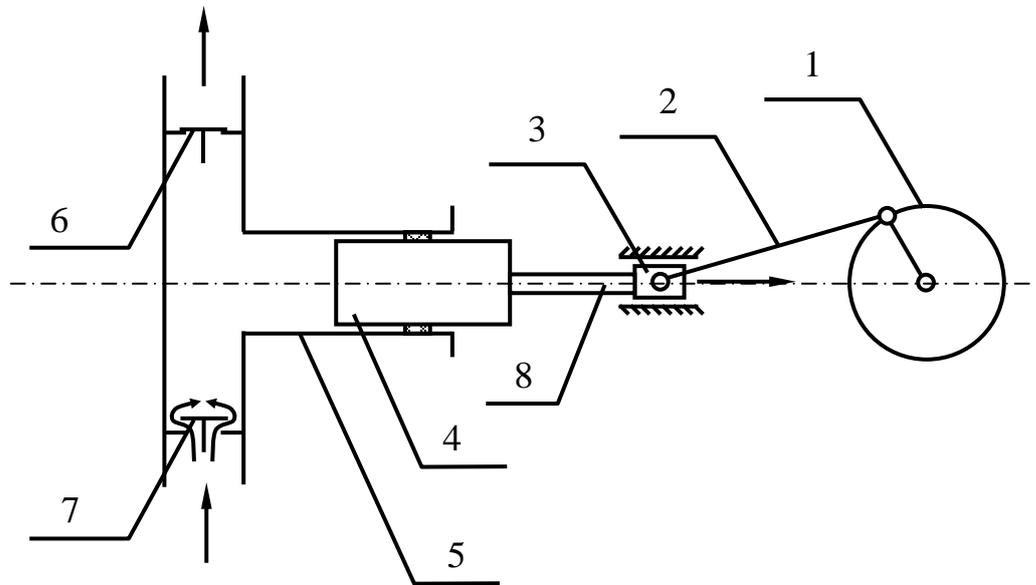


Рис. 6. Принципова схема плунжерного насоса одинарної дії

При прямованні плунжера 4 вліво в гідравлічній частині 5 насоса створюється надлишковий тиск. Тому усмоктувальний клапан 7 закриється, а через відкритий напірний клапан 6 відбудеться подача рідини в напірний рукав. На відміну від поршневих насосів плунжерні насоси – одинарної (простої) дії, тому що під час прямого ходу плунжера відбувається тільки подача, а при оберненому ході – тільки усмоктування рідини.

До переваг плунжерних насосів відноситься можливість оперативної заміни пари сальник-плунжер, порівняно висока рівномірність і стабільність подачі. Основним недоліком є підвищений знос ущільнень плунжерів.

#### Зміст звіту

1. Призначення, класифікація і вимоги, що пред'являють до бурових насосів.
2. Схеми, принцип дії, переваги і недоліки поршневого і плунжерного насосів.
3. Вибір бурового насоса за умовами лабораторної роботи № 2. Технічна характеристика вибраного насоса.

### ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №4

#### ВАНТАЖОПІДЙОМНІ ПРИСТРОЇ БУРОВИХ ВЕРСТАТІВ

**Мета роботи:** вивчити призначення, пристрій і принцип дії основних типів бурових лебідок.

##### Загальні відомості

Вантажопідйомні пристрої бурових верстатів призначені для здійснення спуско-підйомних операцій бурового інструменту й обсадних труб, а також можуть застосовуватися для регулювання осьового навантаження на породоруйнівний інструмент і виконання монтажних-демонтажних робіт.

Відомі два принципово різних способи здійснення СПО - лебідковий і безлебідковий. При лебідковому способі основними механізмами є лебідка і кабан; при безлебідковому - екстрактор, а також механізм подачі бурового верстата. Механізм подачі служить для виконання спуско-підйомних операцій головним чином у верстатах з рухливим обертачем і, як виключення, у верстатах зі шпindelним або роторним обертачем.

##### 3.1. Лебідки

Бурові лебідки складаються з барабана, гальмового пристрою приводної частини.

По конструкції приводної частини лебідки поділяються на планетарні, фрикційні і диференційні.

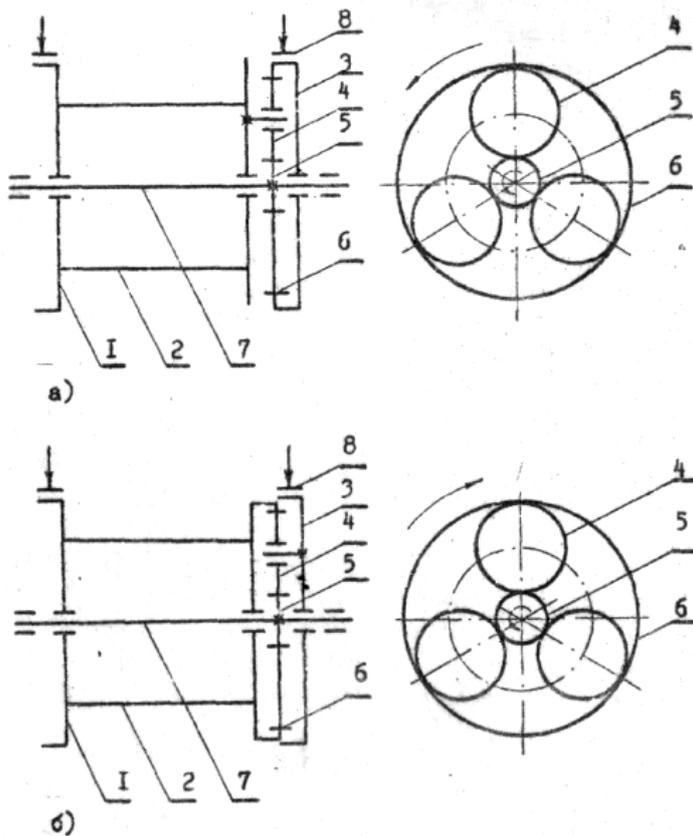


Рис. 3.1. Схеми планетарних лебідок

При загальмованому барабані 2 сонячне колесо 5 обертає сателіти 4 щодо їхніх нерухомих осей, унаслідок чого приводиться в обертання пусковий диск 3, жорстко з'єднаний із зубчатим вінцем 6. Навивання каната на барабан відбувається при гальмуванні пускового диска 3, звільненні шківів 1. При цьому сателіти 4 роблять планетарний рух, обкатуючись по нерухомому вінцю 6, а їхні осі захоплюють в обертання барабан лебідки.

Частота обертання барабана

$$n_2 = n_5 \frac{Z_5}{Z_8 + Z_6}$$

де  $n_5$  - частота обертання сонячного колеса,  $Z_5$  і  $Z_6$  - числа зубів сонячного колеса і зубчатого вінця.

У лебідках другого типу (рис. 3.1 б) при загальмованому барабані 2 сателіти 4 перекочуються по нерухомому зубчатому вінцю 6, унаслідок чого їхні осі обертають пусковий диск 3. При цьому барабан лебідки не обертається. Навивання каната на барабан відбувається при звільненні шківів 1 і гальмуванні пускового диска 3. У цей момент осі сателітів нерухомий і планетарний механізм являє собою редуктор із проміжними колісьми-сателітами.

Частота обертання барабана:

$$n_2 = n_5 \frac{Z_5}{Z_6}$$

Спуск інструмента в лебідок обох типів здійснюється при звільненому пусковому диску 3. Швидкість спуску регулюється гальмуванням шківів 1 гальмовим пристроєм 8.

До переваг планетарних лебідок відносяться їхня компактність і невелика маса, висока надійність, простота керування, велике передатне відношення між барабаном і

Схеми планетарних лебідок приведені на рис.3.1. Барабан 2 лебідок змонтовано на опорах качіння валу 7 і має гальмовий шків 1. Передача обертання барабанові 2 здійснюється планетарним механізмом, до складу якого входять сонячне (центральне) колесо 5, жорстко посаджене на валу 7, сателіти 4, зубчатий вінць 6 і приводний диск 3. Сонячне колесо, сателіти і зубчатий вінць знаходяться в постійному зачепленні, керування лебідкою здійснюється гальмовим пристроєм 8.

Планетарні лебідки виконуються по двох схемах. У лебідках першого типу осі сателітів жорстко з'єднані з барабаном, другого типу - з пусковим диском.

Лебідка першого типу (рис.3.1, а) працює таким

валом, що дозволяє спростити кінематичну схему приводу лебідки, високе значення коефіцієнта корисної дії. До недоліків - відносна складність у виготовленні, необхідність ретельної герметизації порожнини планетарного редуктора.

Фрикційні лебідки (рис.3.2) виготовляють з дисковими або конічними муфтами.

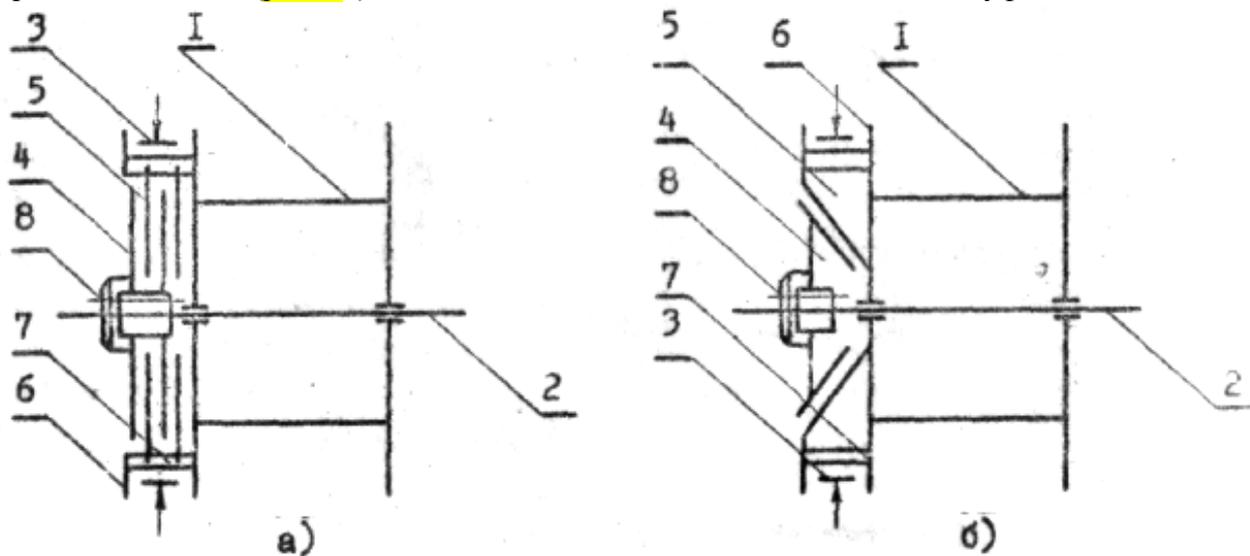


Рис.3.2. Схеми фрикційних лебідок

Приводна частина фрикційної лебідки складається з ведучих 4 і ведомих 5 дисків (рис. 3.2, а) або конусів (рис. 3.2, б). Ведучі диски (конуса) установлені на шлицевій ділянці вала 2, а ведомі жорстко зв'язані з барабаном лебідки 1 за допомогою запресованого в гальмовий шків 6 зубчатого вінця 7. Обертання від вала 2 барабанові 1 при навиванні каната передається при включеній муфті через зубчатий вінець 7. Включення фрикційної муфти проводиться за допомогою механізму включення. Спуск бурового інструмента здійснюється при виключеній муфті. Швидкість спуску регулюється гальмовим пристроєм 3.

Перевагою фрикційних лебідок є простота конструкції, можливість передачі великого крутного моменту, легкість розмотування каната. До недоліків відносяться необхідність періодичного регулювання фрикційної муфти, більш низька, ніж у планетарних лебідок, надійність роботи.

Пристрій диференційної лебідки показано на рис. 3. На нерухомій осі 8 вільно посаджено барабан 4 з гальмом 6, приводний диск 1 і шестірня 9, що одержує обертання від приводної шестірні 10. До шестірні 9 і приводному диску 1 жорстко прикріплені бічні конічні шестірні 2 і 7 диференціали, що знаходяться в зачепленні з конічними шестірнями-сателітами 5 і 11, які вільно посаджені на осях 3 барабана 4.

При загальмованому барабані 4 сателіти, обертаючись щодо нерухомих осей 3, приводять в обертання пусковий диск 1. Обертання барабанові 4 передається при гальмуванні приводного диска 1 і звільненні гальма 6.

У цьому випадку сателіти перекочуються по нерухомій шестірні 2, а їхня ось 3 і барабан лебідки обертається навколо осі 8.

Частота обертання барабана:

$$2n_4 = n_7 \pm n_2$$

де  $n_4$  - частота обертання барабані.;  $n_7$  - частота обертання шестірні 7;  $n_2$  - шестірні 2 диференціали.

Якщо барабан 4 загальмований, а приводний диск 1 звільнений то  $n_2=n_7$ , але шестірня 2 обертається в протилежному напрямку в порівнянні із шестірнею 7, тому  $2n_4=n_7-n_2=0$ .

При гальмуванні приводного диска  $n_2=0$  і  $n_4=n_7/2$  тобто частота обертання барабана лебідки в 2 рази менше частоти обертання шестірни 9.

Спуск бурового снаряда проводиться при звільненому приводному диску 1, швидкість спуска регулюється гальмом 6.

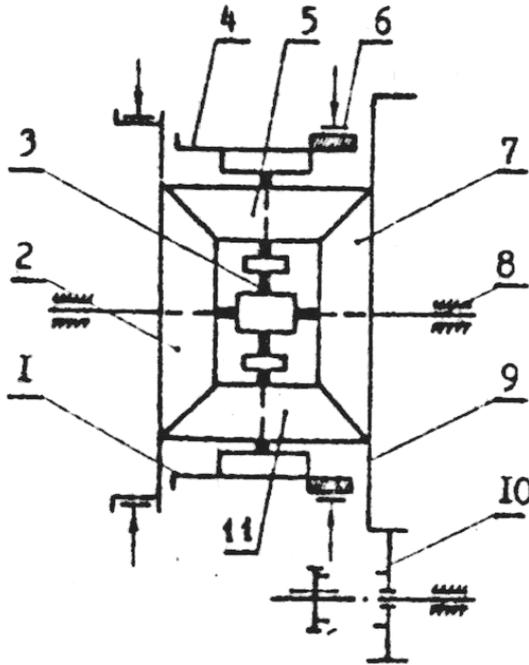


Рис. 3.3. Схема диференціальної лебідки

### 3.3. Гальмові пристрої лебідок

Гальма бурових лебідок призначені для гальмування барабана або приводного диска при спускопідйомних операціях. Розрізняють гальма підйому, спуска і регулюючі (допоміжні). Гальма підйому служать для підйому вантажу. Гальма спуска призначені для регулювання швидкості руху вантажу, який спускається, підйому його гальмування і втримання в підвішеному стані. Допоміжні гальма використовують для додаткового регулювання швидкості спуску важких вантажів в установках для буріння свердловин на нафту і газ.

Як гальма підйому і спуска в лебідках верстатів для геологорозвідувального буріння застосовують фрикційні колодки до стрічкові гальма.

Колодкове гальмо (рис. 3.4) складається з верхньої 1 і нижньої 3 колодок, до внутрішніх поверхонь яких прикріплена фрикційна накладка 10. Задні кінці колодок шарнірно з'єднані з важелем 2 установленим на осі кронштейна 4. До важеля жорстко прикріплена планка 5 на яку спирається пружина 6. Після припинення гальмування пружина 6 розтискається і повертає важіль 2, забезпечуючи відвід задніх кінців гальмових колодок від гальмового шків (приводного диска). Величина зазору між колодками і шківом регулюється за допомогою гайки 7.

Передні кінці гальмових колодок з'єднані тягою 9, верхня частина якої спирається на ексцентриковий вал 13, змонтований у ребрах верхньої колодки.

Нижня колодка спирається на гайки 11 тяги 9. Пружина 8 розсовує передні кінці колодок при припиненні гальмування. Однаковий зазор між гальмовим шківом (приводним диском лебідки) і колодками встановлюється за допомогою регулювального гвинта 12.

Керування гальмом здійснюється рукояткою 14 жорстко посадженою на ексцентриковий валик 13. При повороті рукоятки 14 ексцентрик валика 13 зближає колодки 1, 3 притискаючи їх до гальмового шків (приводного диска).

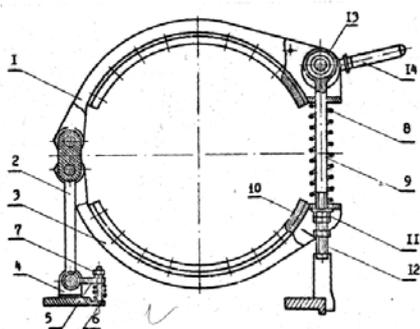


Рис. 3.4. Колодкове гальмо

Вітчизняною промисловістю випускаються бурові верстати, які мають лебідки як з ручним, так і з гідравлічним керуванням гальмами.

Гальмо спуска має фіксатор рукоятки в загальмованому положенні, що запобігає звільненню барабана при підвішеному вантажі. В іншому конструкції гальм підйому і спуска однакові.

У стрічкових гальмах (рис. 3.5) гальмовий момент створюється в результаті тертя фрикційної обкладки, з'єднаної із сталевю стрічкою 2, об поверхню гальмового шківів 4. Кінець стрічки, що набігає, закріплено на нерухомій шарнірній опорі 3, а що збігає - з механізмом керування 6. Необхідний зазор між гальмовим шківом 4 і стрічкою 2 у розгальмованому положенні забезпечується підпруженим відтягненням 1. Регулювання гальма проводиться за допомогою стяжки 5, встановленої на кінці стрічки, яка збігає. Для попередження бічного зсуву стрічки гальмовий шків лебідки має реборди.

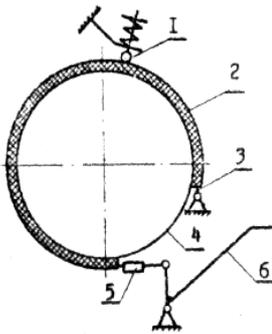


Рис. 3.5. Схема стрічкового гальма

Перевагою стрічкових гальм є простота конструкції, надійність, невеликі габарити і маса. Однак, вони менш довговічні в порівнянні з колодковими гальмами, створюють при гальмуванні великі навантаження на вал лебідки.

#### Зміст звіту:

1. Призначення, будова і принцип дії основних типів; бурових лебідок.
2. Схеми планетарних, фрикційних і диференціальних лебідок.
3. Призначення, будова і принцип дії основних типів - гальмових пристроїв лебідок.
4. Схеми колодкового і стрічкового гальм.
5. Класифікація по конструкції приводної частини і гальмового пристрою лебідки.

#### Список літератури

1. Кирсанов А.Н., Зинченко В.П., Кардыш В.Г. Буровые машин и механизмы. -М.: Недра, 1981, с. 230-236, 246-253.